



Slagschaduwonderzoek IFF

23 oktober 2013

Steven Velthuisen

Principe en richtlijnen

Slagschaduw van een windturbine is de bewegende schaduw van de draaiende wieken. Als slagschaduw op het raam van een woning valt kan dat als hinderlijk worden ervaren.

Ministeriële regeling

In artikel 3.12 van de bij de ministeriële regeling (Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007, nr. DJZ 2007104180 houdende algemene regels voor inrichtingen - Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer) is voorgeschreven dat een turbine is voorzien van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan twaalf maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden.

Vanaf 1 januari 2013: Activiteitenbesluit

Vanaf 1 januari 2013 is voor de toetsing van slagschaduw het Activiteitenbesluit van kracht. Deze verwijst naar de ministeriële regeling, zodat per saldo niets verandert.

Stilstandvoorziening

Om overlast te voorkomen kan een stilstandvoorziening op de windturbine worden aangebracht zoals vermeld in het Activiteitenbesluit. Deze zorgt ervoor dat bij overlast ten gevolge van schaduw de windturbine wordt uitgeschakeld. De voorziening wordt per schaduwgevoelige woning op de windturbine aangebracht en vooraf afgeregeld, aangezien het gaat om specifieke momenten die van te voren bepaald kunnen worden afhankelijk van de zonnestand. Daarnaast wordt gemeten of er daadwerkelijk voldoende zon (en dus slagschaduw) is op die momenten.

Normstelling

In de ministeriële regeling (Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer) staat aangegeven dat een automatische stilstand voorziening vereist is wanneer slagschaduw optreedt voor zover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan 12 maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden (5 uur en 40 minuten).

Berekening

De stand van de zon is een vast gegeven voor elke datum en elk tijdstip en voor elke breedtegraad. Voor elk object (bijvoorbeeld een windturbine) is het daarom mogelijk een berekening te doen om het tijdvak te bepalen wanneer er slagschaduw valt op een bepaald punt (bijvoorbeeld het raam van een huis). Om dit te kunnen doen is de volgende informatie nodig:

- ❖ De grootte van het object dat slagschaduw veroorzaakt; voor een windturbine is van belang de grootte van de wieken;

- ❖ De positie van de windturbine en het beschaduwde object (met name ten opzichte van elkaar);
- ❖ De ashoogte van de windturbine;
- ❖ De grootte, richting en oriëntatie (hellingshoek) van het beschaduwde object; met de richting wordt bedoeld hoe het raam (lichtdoorlatende deel van de gevel) gericht is ten opzichte van de windturbine(s), oriëntatie is in het algemeen verticaal, maar ook kan gedacht worden aan een dakraam in een schuin dak onder een bepaalde hoek.

In de berekeningen wordt voor ieder tijdstip en voor iedere positie berekend of er sprake is van schaduw. Daarnaast wordt het totaal aantal schaduwminuten (uren) over het jaar opgeteld. Eerst wordt het totale tijdvak berekend waarbinnen slagschaduw zou kunnen optreden gezien de stand van de zon gedurende het jaar. Daarna worden berekeningen gedaan voor de realistisch gemiddelde situatie, oftewel hoe vaak er binnen dat tijdvak daadwerkelijk slagschaduw te verwachten is op basis van zonnenschijn, windsnelheid en windrichting.

Totaal schaduwtijdvak

In eerste instantie worden de berekeningen uitgevoerd om het totale potentiële schaduw-tijdvak te bepalen. Dit is het tijdvak waarbinnen slagschaduw zou kunnen optreden. Daarbij worden de volgende aannames gedaan:

- ❖ De zon schijnt altijd (er wordt dus geen rekening gehouden met de aanwezige bewolking);
- ❖ De windturbine draait altijd (er wordt dus geen rekening gehouden met de windsnelheid; bij lage windsnelheden is de windturbine nog niet in bedrijf, bij zeer hoge windsnelheden wordt de windturbine uit veiligheidsoverwegingen uitgeschakeld);
- ❖ De windturbine is altijd gericht in de meest ongunstige stand, zodat de wieken zoveel mogelijk schaduw veroorzaken (in de praktijk draait de gondel, het draaiende deel van de windturbine waaraan de wieken bevestigd zijn, met de wind mee).

De uitkomst van deze berekening laat zien wat de theoretische, maximale schaduwbelasting voor het schaduwgevoelige object (raam) zou kunnen zijn. Echter, de hier gebruikte aannames zijn niet erg realistisch in de praktijk. Daarom wordt een tweede berekening uitgevoerd.

Realistisch gemiddelde situatie

In de realistisch gemiddelde situatie wordt een aantal aannames gedaan die leiden tot correcties op de eerdere uitkomsten om te komen tot een meer realistisch gemiddelde, zoals dat werkelijk zal optreden.

- ❖ Correctie voor de gemiddelde zonneschijnduur;
de zon schijnt (overdag) niet altijd vanwege de aanwezigheid van bewolking (en mist); op basis van klimatologische gegevens van het KNMI voor de gemiddelde zonneschijnduur wordt een maandelijks getal afgeleid voor de kans dat de zon daadwerkelijk schijnt;
- ❖ Correctie voor de windsnelheid;
bij lage windsnelheden (minder dan 3 m/s) draait een windturbine (nog) niet, bij zeer hoge windsnelheden (boven 25 m/s) wordt een windturbine uit veiligheidsoverwegingen stilgezet. Op basis van de gemiddelde windsnelheidsverdeling (op ashoogte) wordt een correctiefactor afgeleid voor de kans dat de windturbine daadwerkelijk draait; dit hangt ook af van de technische specificaties van de windturbine;
- ❖ Correctie voor de windrichting;

Op basis van windmetingen op de gondel wordt de windturbine zo gedraaid dat de wieken altijd in de richting staan waar de wind vandaan komt. Afhankelijk van de gemiddelde windrichtingverdeling wordt een correctiefactor afgeleid aangezien de grootte en positie van de schaduw verandert met de positie van de gondel.

Bovenstaande correcties maken gebruik van statistische klimaatgegevens. De correctie voor de gemiddelde zonneshijnduur wordt op de maandgemiddelde uitkomsten toegepast, de overige twee correcties op de jaargemiddelde uitkomsten. Daarmee is het uiteindelijke resultaat statistisch juist, maar kan geen uitspraak gedaan worden over het optreden van schaduwhinder op individuele dagen.

Resultaten

De resultaten van de berekening voor de Vestas V112 staan in onderstaande figuur aangegeven. Ten zuid-westen van de Dongenseweg (N632) bevindt zich een aantal woningen (zwarte stippen op de kaart) binnen de slagschaduw-contour. Daarnaast zijn er enkele dienstwoningen op het industrieterrein. Bij een aantal van deze woningen wordt niet voldaan aan de norm.

Ook al liggen deze woningen redelijk afgeschermd tussen bebossing, zal de windturbine voor deze woningen toch voorzien worden van een stilstandvoorziening. Deze zorgt ervoor dat bij overlast ten gevolge van schaduw de windturbine wordt uitgeschakeld. De voorziening wordt per schaduwgevoelige woning op de turbine aangebracht en vooraf afgeregeld, aangezien het gaat om specifieke momenten die van te voren bepaald kunnen worden afhankelijk van de zonnestand. Daarnaast wordt gemeten of er daadwerkelijk voldoende zon (en dus slagschaduw) is op die momenten.

De resultaten worden gepresenteerd in onderstaande tabel en figuur en het onderliggende onderzoek is opgenomen in de bijlage.

Woning	Verwachte slagschaduw (uren/jaar)	Overschrijding norm (uren/jaar)
A	13:10	7:30
B	10:50	5:10
C	8:21	2:41
D	5:39	0:00
E	4:25	0:00
F	3:38	0:00
G	12:21	6:41
H	12:45	7:05
I	3:46	0:00
J	0:00	0:00
Totaal		29:07



Figuur 5: Slagschaduwcontour

Hinderbeperkende maatregelen slagschaduw

Uit het slagschaduwonderzoek blijkt dat hinder wordt verwacht bij woningen in de nabije omgeving van het windpark. De windturbine wordt voorzien van een stilstandvoorziening waardoor de turbine aan de norm voldoet.

Conclusie slagschaduw

Er wordt aan de slagschaduwnormen - zoals vernoemd in de ministeriële regeling – voldaan. Wel is een stilstandregeling nodig voor de woningen binnen de slagschaduwcontour van 5 uur en 40 minuten per jaar. Om op alle onderzochte woningen de jaarlijkse slagschaduwinder terug te brengen totdat aan de norm wordt voldaan is jaarlijks een verwachte stilstand nodig van 29:07. Dit resulteert in een productieverlies van ca. 0,4% (op basis van 7.449 draaiuren per jaar, zoals uit het gedetailleerde rapport blijkt). Dit zal geen substantieel effect zal hebben op de financiële rendabiliteit van het project.

Project:

Slagschaduw IFF

Printed/Page

23-10-2013 15:45 / 1

Licensed user:

Bosch & Van Rijn
Prins Bernhardlaan 63
4689

+31 30 223 86 47

Steven Velthuisen

Calculated:

23-10-2013 15:36/2.9.250

SHADOW - Main Result

Calculation: IFF V112 2013

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

5 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

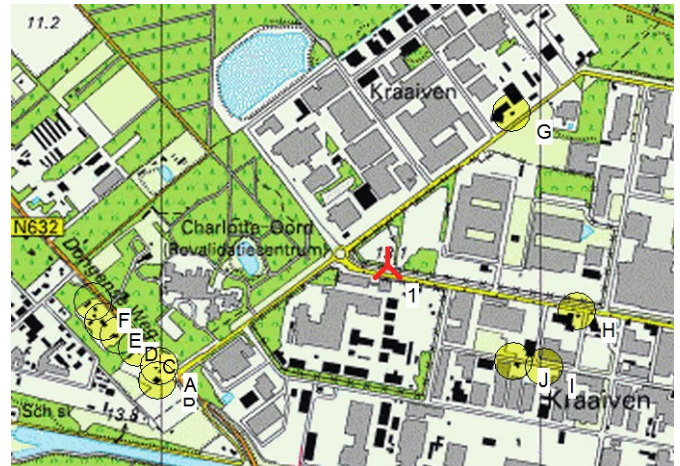
Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,24	0,30	0,32	0,41	0,42	0,39	0,41	0,42	0,37	0,34	0,24	0,20

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
432	623	525	322	388	363	640	1.346	1.202	801	512	295	7.449

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve



New WTG

Scale 1:20.000
Shadow receptor**WTGs**

RD1					WTG type						Shadow data	
	East	North	Z	Row	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Calculation	RPM
				data/Description								
1	131.598	399.731	0,0	Turbine IFF 2013	Yes	VESTAS	V112-3.075	3.075	112,0	94,0	1.711	12,8

Shadow receptor-Input

No.	RD1			Width	Height	Height a.g.l. [m]	Degrees from south cw [°]	Slope of window [°]	Direction mode
	East	North	Z						
			[m]						
A	130.997	399.465	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"
B	130.991	399.427	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"
C	130.938	399.512	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"
D	130.888	399.545	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"
E	130.850	399.581	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"
F	130.820	399.635	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"
G	131.926	400.131	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"
H	132.099	399.609	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"
I	132.013	399.461	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"
J	131.931	399.476	0,0	8,0	5,0	1,0	0,0	90,0	"Green house mode"

Project:

Slagschaduw IFF

Printed/Page

23-10-2013 15:45 / 2

Licensed user:

Bosch & Van Rijn

Prins Bernhardlaan 63

4689

+31 30 223 86 47

Steven Velthuijsen

Calculated:

23-10-2013 15:36/2.9.250

SHADOW - Main Result**Calculation:** IFF V112 2013

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	Turbine IFF 2013	278:35	53:46

Project:

Slagschaduw IFF

Printed/Page

23-10-2013 16:00 / 1

Licensed user:

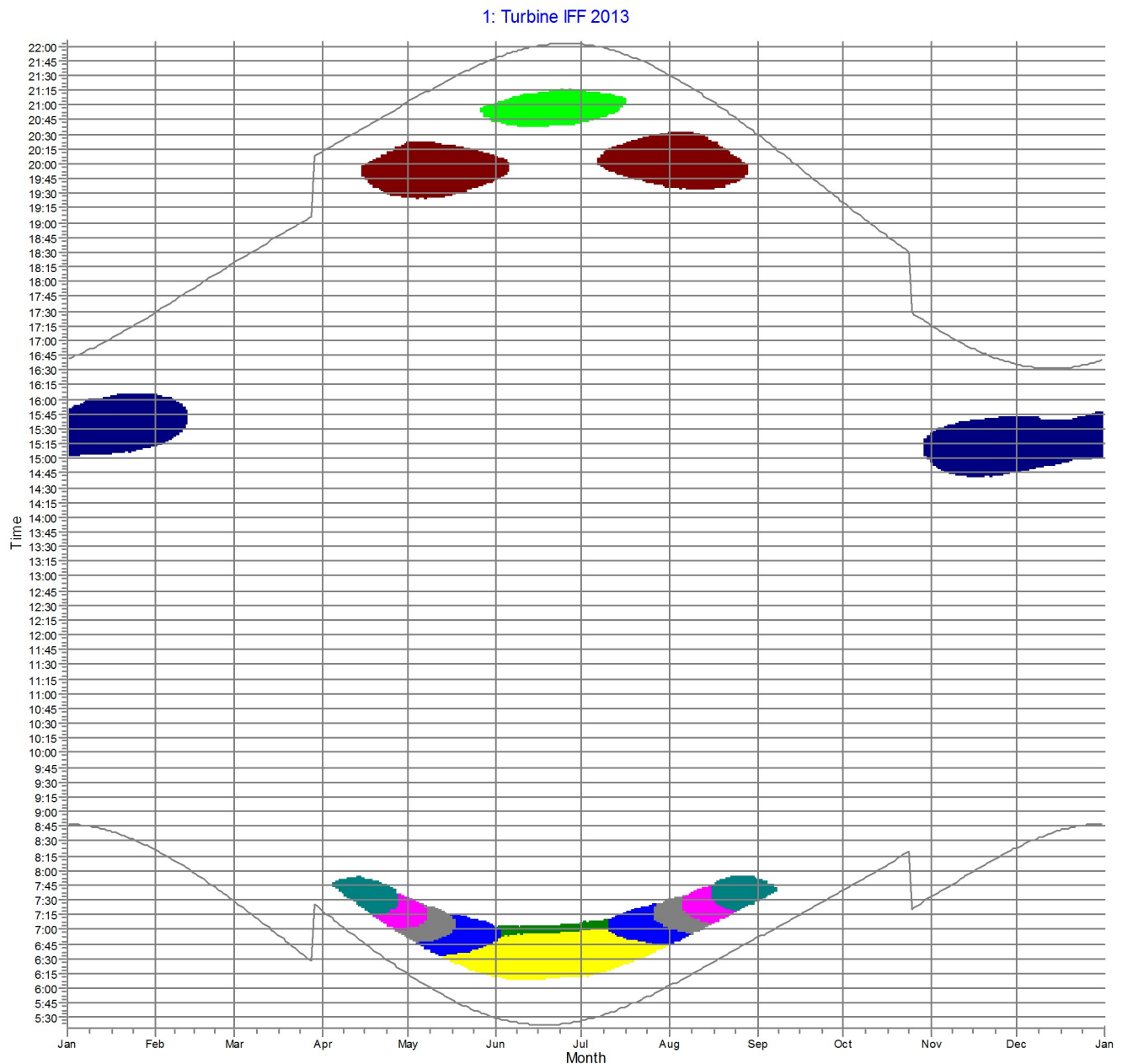
Bosch & Van Rijn
Prins Bernhardlaan 63
4689

+31 30 223 86 47

Steven Velthuijsen

Calculated:

23-10-2013 15:36/2.9.250

SHADOW - Calendar per WTG, graphical**Calculation:** IFF V112 2013 **WTG:** 1 - Turbine IFF 2013

Shadow receptors

	A: Shadow Receptor: 8,0 × 5,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (1)		F: Shadow Receptor: 8,0 × 5,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10)
	B: Shadow Receptor: 8,0 × 5,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)		G: Shadow Receptor: 8,0 × 5,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)
	C: Shadow Receptor: 8,0 × 5,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)		H: Shadow Receptor: 8,0 × 5,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (12)
	D: Shadow Receptor: 8,0 × 5,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (8)		I: Shadow Receptor: 8,0 × 5,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (13)
	E: Shadow Receptor: 8,0 × 5,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (9)		

Project:

Slagschaduw IFF

Printed/Page

23-10-2013 15:54 / 1

Licensed user:

Bosch & Van Rijn
Prins Bernhardlaan 63
4689

+31 30 223 86 47

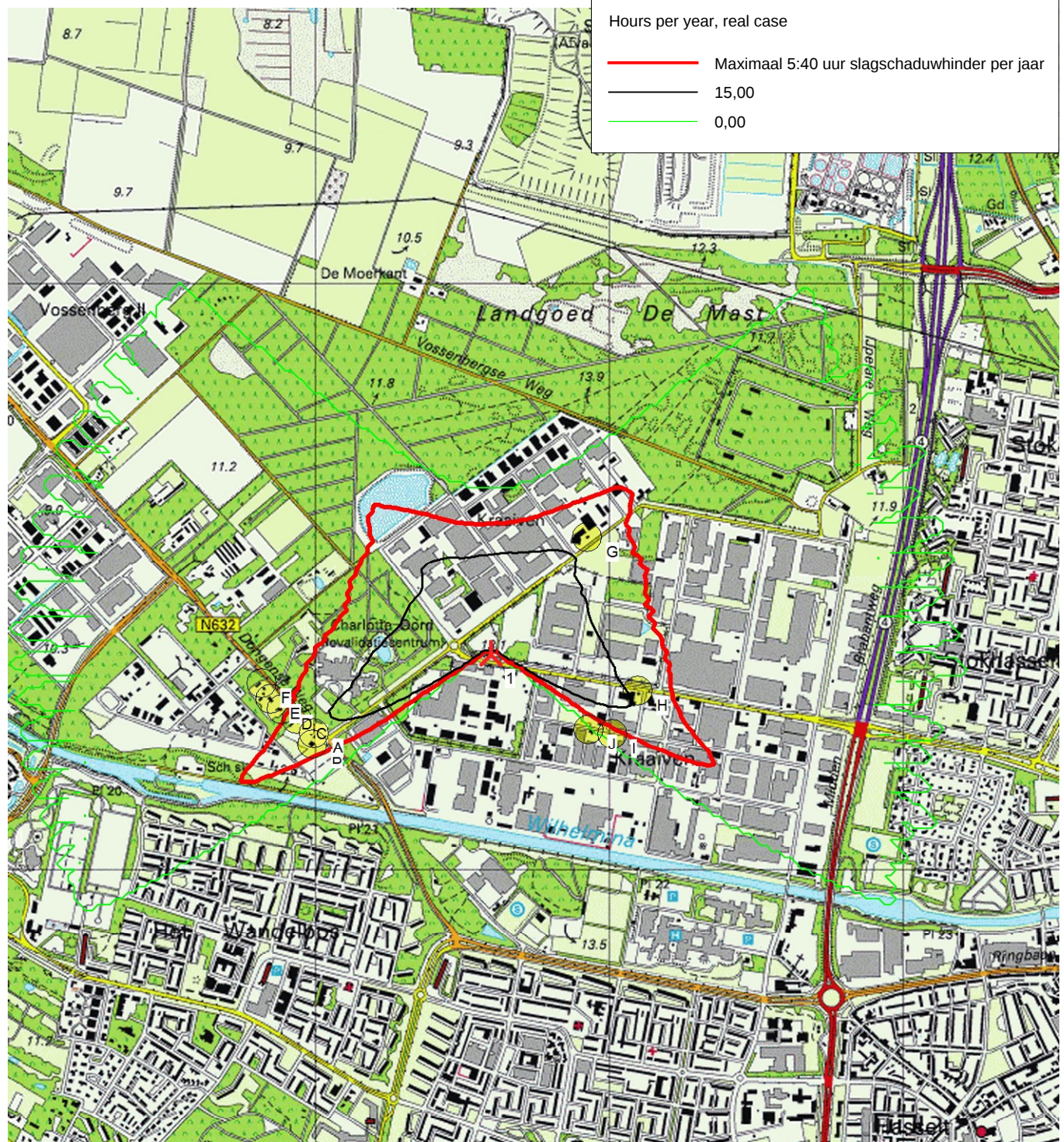
Steven Velthuisen

Calculated:

23-10-2013 15:36/2.9.250

SHADOW - Map

Calculation: IFF V112 2013



Map: Tilburg, Print scale 1:20.000, Map center RD1 East: 131.680 North: 399.940

New WTG

Shadow receptor

Flicker map level: 0 m above sea level